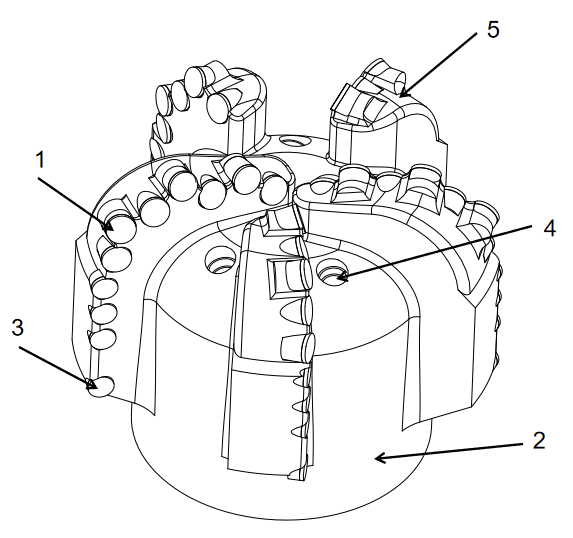
本发明提供了一种防横向振动的PDC钻头，属于钻井工具技术领域，包括钻头本体和钻头接头，在钻头本体的刀翼上布设有多个切削齿，包括主切削齿和保径切削齿，其中主切削齿设置于刀翼的内侧部分，保径切削齿设置于刀翼的外周部分，主切削齿在单个刀翼上采用防横向振动的上下错开形态进行布置，在整个冠部形状上都有切削齿的同时，相间隔的切削齿之间能形成环形的凹凸槽，在钻进过程中能够与井底岩石卡住，避免钻头产生横向振动。本发明通过将原本在冠部曲线上的切削齿分别上下错开布置，在保留完整冠部形状的同时，切削齿与切削齿之间能形成凹凸槽，在钻进过程中能够与井底岩石完美卡住，避免钻头产生横向振动。



1.一种防横向振动的PDC钻头，其特征在于：包括钻头本体（2）和钻头接头（7），在钻头本体（2）上设有多条刀翼（5），在刀翼（5）上布设有多个切削齿，包括主切削齿（1）和保径切削齿（3），其中主切削齿（1）设置于刀翼（1）的内侧部分，保径切削齿（3）设置于刀翼（1）的外周部分；所述主切削齿（1）在单个刀翼上的数量不少于7个，主切削齿（1）在单个刀翼（5）上采用防横向振动的上下错开形态进行布置，在整个冠部形状上都有切削齿的同时，相间隔的切削齿之间能形成环形的凹凸槽，在钻进过程中能够与井底岩石卡住，避免钻头产生横向振动。

2.根据权利要求1所述的一种防横向振动的PDC钻头，其特征在于，所述钻头切削齿在直线段沿着垂直于直线段的方向上下移动错开，在圆弧段沿着冠顶或者外锥的圆心方向的连线方向上下移动错开。

3.根据权利要求2所述的一种防横向振动的PDC钻头，其特征在于，在同一个刀翼（5）上的切削齿的大小相同或不同，让不同圈层的凹凸槽形成不同的深度尺寸及槽体形状。

4.根据权利要求3所述的一种防横向振动的PDC钻头，其特征在于，当在同一刀翼（1）上采用单一尺寸的切削齿的时候，在软地层中，需要使用尺寸较大的切削齿，切削齿直径不小于19mm，且相邻齿的高差距离为8mm以上；在硬质地层或者非均质地层中，需要使用较小的切削齿，切削齿直径不超过19mm，且相邻齿的高差距离为2~8mm。

5.根据权利要求4所述的一种防横向振动的PDC钻头，其特征在于，当在同一刀翼（1）上采用不同尺寸的切削齿的时候，在相同的布齿条件下，通过不同齿的大小调节凹凸槽的大小，即在凹槽部设置一种尺寸的齿，在凸出部设置另一种尺寸大小的齿，让凹凸槽的齿大小不同；同一凹槽部内的齿的尺寸相同，同一凸出部内的齿的尺寸相同。

6.根据权利要求5所述的一种防横向振动的PDC钻头，其特征在于，在硬地层中，处于内凹部分的切削齿尺寸大于外凸部分的切削齿，切削齿直径不超过19mm，因此露出量小、抗冲击性好，且分布模式为小切削齿向外凸，大切削齿向内凹；在软地层中，处于内凹部分的切削齿尺寸小于于外凸部分的切削齿，切削齿直径不小于19mm，因此露出量大、钻速高，且分布模式为小切削齿向内凹，大切削齿向外凸。

7.根据权利要求2所述的一种防横向振动的PDC钻头，其特征在于，切削齿上下错开的顺序根据所需情况设定，相邻上下错开的切削齿的组合为一颗上一颗下为一个组合，或，两颗上两颗下为一个组合，也可以三颗上三颗下为一个组合，根据钻头的大小或者齿的大小进行选择；

采用不同数量为一组，需要基于地层的环境，当地层为软著地层，采用齿数更小的一颗上一颗下的组合作为布齿模式；当地层为硬质地层，采用齿数更大的三颗上三颗下的组合作为布齿模式；当地层为当地层为硬质地层，采用齿数更大的两颗上两颗下或三颗上三颗下的组合作为布齿模式；当地层为非均质地层，采用齿数为两颗上两颗下的组合作为布齿模式。

8.根据权利要求2所述的一种防横向振动的PDC钻头，其特征在于，所述切削齿采用异型切削齿，所述异型齿包括但不限于：三角形、矩形、半圆形。

9.根据权利要求2所述的一种防横向振动的PDC钻头，其特征在于，靠近井壁的切削齿的多颗切削齿的布齿固定在冠部曲线上，或者采用较小的移动量，移动量不超过其他齿的错开垂直间距的三分之一,使其能与井壁相切。

**一种防横向振动的PDC钻头**

**技术领域**

本发明涉及钻井工具技术领域，特别涉及PDC钻头技术领域，具体是一种防横向振动的PDC钻头。

**背景技术**

聚晶金刚石复合片（Polycrystalline Diamond Compact, PDC）钻头，即PDC钻头，作为油气开发的重要工具，直接影响着钻井速度、钻井质量和钻井成本。但PDC钻头在运行过程中会受到钻头本身质量或者地层特性，又或者钻进参数的影响产生横向振动，从而降低钻头的使用寿命，严重情况下可能导致钻头在钻进过程中出现刀翼断裂，无法继续使用。横向振动影响整体的钻进效率，增加了钻头的使用成本和井眼的维护成本。

PDC钻头的切削刃如果在制造过程中没有精确加工，导致各个刀翼的长度、角度或者磨损程度不一致，就会引起不平衡。钻头内部的材料分布不均匀或者PDC齿的安装位置出现偏差，都会改变钻头的重心位置。在钻进时，重心偏移的钻头就像一个不平衡的旋转体，会产生离心力。这种离心力会随着钻头的旋转而周期性地改变方向，导致钻头在横向方向上产生振动。

真实的地层往往是由多种不同的岩石类型和结构组成的。当钻头从软地层进入硬地层，或者遇到地层中的硬夹层时，不同地层的硬度差异会导致切削阻力的突然变化。比如，在软地层中钻进时，切削力较小，当遇到硬夹层时，切削力会突然增大。这种不均匀的切削阻力作用在钻头上，会使钻头在横向方向上产生振动。地层中的层理、裂缝等结构也会影响钻头的钻进稳定性。如果钻头沿着层理方向钻进，遇到层理交错或者裂缝发育的区域，钻头的切削力方向会受到干扰，容易产生横向偏移，从而引发振动。

有些岩石在不同方向上的物理性质（如硬度、弹性模量等）差异较大，这种各向异性会导致钻头在不同方向上的切削效果不同。例如，在钻进具有明显各向异性的页岩地层时，钻头在垂直于页岩层理方向和平行于页岩层理方向上的切削阻力和切削方式不同，容易使钻头产生横向振动。

当钻头的转速过高时，离心力会显著增大。由于PDC钻头的结构特点，过大的离心力会使钻头的刀翼在横向方向上承受更大的力，从而导致钻头产生横向振动。而且高转速下，钻头对地层的切削频率加快，遇到地层不均匀性时，更容易引发振动。钻压过大时，钻头会过度切入地层。相反，钻压过小会使钻头切削效率降低，并且在钻进过程中容易出现滑动和摆动，也会引起横向振动。

常规布齿方法无法避免钻头的横向振动，横向振动会干扰钻头正常的切削轨迹，使其不能持续稳定地破碎岩石。钻头时而会偏离预定的钻进方向，需要不断调整才能继续钻进，这使得钻进过程变得断断续续，从而导致钻进效率明显下降。PDC钻头的横向振动会使钻出的井眼偏离设计的轨迹，出现井斜、狗腿度增大等问题。这对于后续的下套管、完井等作业极为不利，因为套管需要顺着规则的井眼下入，如果井眼轨迹偏差过大，可能导致套管下入困难或者不能顺利到达预定位置，影响整个井筒的质量和后续开采等操作的安全性。

**发明内容**

基于以上工程背景，本发明针对现有技术存在的不足，提供一种防横向振动的PDC钻头，能够让钻井过程中保持较好的井眼轨迹，提高钻井效果的同时，降低钻头损坏的情况。

一种防横向振动的PDC钻头，包括钻头本体和钻头接头，在钻头本体上设有多条刀翼，在刀翼上布设有多个切削齿，包括主切削齿和保径切削齿，其中主切削齿设置于刀翼的内侧部分，保径切削齿设置于刀翼的外周部分；所述主切削齿在单个刀翼上的数量不少于7个，主切削齿在单个刀翼上采用防横向振动的上下错开形态进行布置，在整个冠部形状上都有切削齿的同时，相间隔的切削齿之间能形成环形的凹凸槽，在钻进过程中能够与井底岩石卡住，避免钻头产生横向振动。

进一步的，所述钻头切削齿在直线段沿着垂直于直线段的方向上下移动错开，在圆弧段沿着冠顶或者外锥的圆心方向的连线方向上下移动错开。

进一步的，在同一个刀翼上的切削齿的大小相同或不同，让不同圈层的凹凸槽形成不同的深度尺寸及槽体形状。

更进一步的，当在同一刀翼上采用单一尺寸的切削齿的时候，在软地层中，需要使用尺寸较大的切削齿，切削齿直径不小于19mm，且相邻齿的高差距离为8mm以上；在硬质地层或者非均质地层中，需要使用较小的切削齿，切削齿直径不超过19mm，且相邻齿的高差距离为2~8mm。

更进一步的，当在同一刀翼上采用不同尺寸的切削齿的时候，在相同的布齿条件下，通过不同齿的大小调节凹凸槽的大小，即在凹槽部设置一种尺寸的齿，在凸出部设置另一种尺寸大小的齿，让凹凸槽的齿大小不同；同一凹槽部内的齿的尺寸相同，同一凸出部内的齿的尺寸相同。

更进一步的，在硬地层中，处于内凹部分的切削齿尺寸大于外凸部分的切削齿，切削齿直径不超过19mm，因此露出量小、抗冲击性好，且分布模式为小切削齿向外凸，大切削齿向内凹；在软地层中，处于内凹部分的切削齿尺寸小于于外凸部分的切削齿，切削齿直径不小于19mm，因此露出量大、钻速高，且分布模式为小切削齿向内凹，大切削齿向外凸。

进一步的，切削齿上下错开的顺序根据所需情况设定，相邻上下错开的切削齿的组合为一颗上一颗下为一个组合，或，两颗上两颗下为一个组合，也可以三颗上三颗下为一个组合，根据钻头的大小或者齿的大小进行选择；

采用不同数量为一组，需要基于地层的环境，当地层为软著地层，采用齿数更小的一颗上一颗下的组合作为布齿模式；当地层为硬质地层，采用齿数更大的三颗上三颗下的组合作为布齿模式；当地层为当地层为硬质地层，采用齿数更大的两颗上两颗下或三颗上三颗下的组合作为布齿模式；当地层为非均质地层，采用齿数为两颗上两颗下的组合作为布齿模式。

进一步的，所述切削齿采用异型切削齿，所述异型齿包括但不限于：三角形、矩形、半圆形。

进一步的，靠近井壁的切削齿的多颗切削齿的布齿固定在冠部曲线上，或者采用较小的移动量，移动量不超过其他齿的错开垂直间距的三分之一,使其能与井壁相切。例如，其他区域错开3mm，则此处的错开距离不超过1mm。当然，根据实际情况，这个数据还可以再次进行调整，确保和井壁相切，不超过井壁的尺寸即可。

本发明具有以下优点：

1. 通过错开的布齿方法能够在钻进过程中能够与井底岩石完美卡住，避免了钻头的横向振动，使其能够持续稳定地破碎岩石，提高了钻头的使用寿命和破岩效率，节约了时间成本和经济成本。
2. 通过错开布齿的方式抵消掉钻头本身存在加工质量或者面对硬夹层等地层时所带来的横向振动，使其按照预定的方向移动，避免出现井斜、狗腿度增大等问题，保证了整个井筒的质量和后续开采等操作的安全性。
3. 通过错开布齿的方式，使切削齿形成分层，较高的切削齿先参与破岩，此时较高的切削齿吃入岩石的能力强，破岩效率较高。
4. 通过错开布齿的方式，避免了过高的转速所带来的离心力和过大或过小的钻压所带来的横向振动，使得钻进过程更加高效便捷，降低操作的难度。
5. 采用不同的布齿形态，如一一错开，两两错开等，以便使用在不同的地层环境，能得到不同的深度的凹凸槽，从而给出适配该地层钻井需要的防振动效果。

**附图说明**

图1为本发明的径向布齿示意图；

图2为本发明的PDC钻头结构示意图；

图3为本发明的每个刀翼径向布齿示意图，顺序依次为第1刀翼、第2刀翼、第3刀翼、第4刀翼、第5刀翼；

图4为图3中第1主刀翼径向布齿的结构示意图；

图5为本发明的刀翼破碎岩石结构示意图；

图6为本发明不同错开方式的刀翼径向布齿示意图；

图7为本发明搭配不同大小切削齿的每个刀翼径向布齿示意图；

图8为本发明搭配不同大小切削齿的径向布齿示意图；

图9为本发明搭配不同大小切削齿的PDC钻头结构示意图；

图10为本发明不同错开组合的每个刀翼径向布齿示意图；

图11为本发明不同错开组合的径向布齿示意图；

图12为本发明不同错开组合的PDC钻头结构示意图；

图13为常规钻头每个刀翼径向布齿示意图；

图14为本发明有限元模拟结果；

图15为常规钻头有限元模拟结果。

图中：

1-主切削齿；2-钻头本体；3-保径切削齿；4-水眼；5-刀翼；6-岩石剖面；7-钻头接头。

**具体实施方式**

下面结合实施例对本发明进一步说明，需要说明的是，在本文中，诸如“上”、“下”等词语，仅仅用于方便对附图进行描述，并非限制实际使用中的方向，且不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。

下面结合附图描述本发明的具体描述方式。

实施例1

如图1~图2所示，一种防横向振动的PDC钻头，包括钻头本体2，主切削齿1，所述钻头本体上均布有多个刀翼，在刀翼之间设有水眼4，所述钻头切削齿的布齿方法采用上下错开布置，在保留完整冠部形状的同时，切削齿与切削齿之间能形成凹凸槽，在钻进过程中能够与井底岩石完美卡住，避免钻头产生横向振动。

在本实施例中，钻头大小为8 1/2英寸，所有5个刀翼的主切削齿一共布有29颗，主切削齿的大小选择15.88mm，其中不同齿上的共计15颗移动方向相同，均向钻头内凹；不同齿上的共计11颗移动方向相同，均向钻头外凸。3颗主切削齿1布置在冠部曲线上，即如图1的右侧所示，刚进入垂直面的部分的主切削齿1需要保持在与保径切削齿3差不多的位置，避免按照其他主切削齿1的切入深度，从而会导致磨损加大。

具体的，本实施例里面，在第一个刀翼中，3颗是内凹，3颗外凸；第二个刀翼中，2颗内凹，2颗外凸，一颗常规布齿在冠部曲线上；第三个刀翼中，3颗外凸，3颗内凹；第四个刀翼中，2颗内凹，2颗外凸，一颗常规布齿在冠部曲线上；第五个刀翼中，2颗内凹，2颗外凸，一颗常规布齿在冠部曲线上。

如图3中所示，每个刀翼上的切削齿都采用一颗上一颗下的布齿方式，在能够保证冠部曲线都有切削齿的同时，使每个刀翼上的切削齿错开，使其卡在岩石中，避免了横向振动。每颗齿的移动方向如图4所示，直线段的移动方向为沿着垂直于直线段的方向移动，圆弧段的移动方向为沿着冠顶或者外锥圆心方向的连线方向移动。

在本实施例中，移动的距离为4mm，如此设计移动量，是为了最精准的适配15.88mm的尺寸，得到最佳的凹槽深度，从而既能保证防振动的效果，又不会影响钻井的效率，所绘三维如图2，由于切削齿往外移动一部分，就会导致切削齿在刀翼外面的部分较多，为了避免切削齿在钻进过程中出现掉齿现象，因此在刀翼上预留了切削齿的底座，同时进行倒角处理。同时为了避免每个刀翼上最后一颗向上移动的切削齿有较大的磨损量，如前所述，这几颗切削齿的布齿就在冠部曲线上。

实施例2

当在同一刀翼1上采用单一尺寸的切削齿的时候，在软地层中，需要使用尺寸较大的切削齿，切削齿直径不小于19mm，且相邻齿的高差距离为8mm以上；在硬质地层或者非均质地层中，需要使用较小的切削齿，切削齿直径不超过19mm，且相邻齿的高差距离为2~8mm。硬质地层或软质地层的定义由作业区块自行定义，如可钻性极值5＜Kd≤7被归类为硬质地层，Kd低于5的作为软地层。

实施例3

当在同一刀翼1上采用不同尺寸的切削齿的时候，在相同的布齿条件下，通过不同齿的大小调节凹凸槽的大小，即在凹槽部设置一种尺寸的齿，在凸出部设置另一种尺寸大小的齿，让凹凸槽的齿大小不同；同一凹槽部内的齿的尺寸相同，同一凸出部内的齿的尺寸相同。

在硬地层中，处于内凹部分的切削齿尺寸大于外凸部分的切削齿，切削齿直径不超过19mm，因此露出量小、抗冲击性好，且分布模式为小切削齿向外凸，大切削齿向内凹；在软地层中，处于内凹部分的切削齿尺寸小于于外凸部分的切削齿，切削齿直径不小于19mm，因此露出量大、钻速高，且分布模式为小切削齿向内凹，大切削齿向外凸。

实施例4

在实施例1的基础上，将每个刀翼上切削齿上下的顺序可以随便组合，如第颗切削齿可以选择是内凹还是外凸，但在第一颗切削齿确定后，后续切削齿需要按照设定，进行错开排布，如图6所示，每个刀翼上的错开顺序与实施例1不同。在能够保证冠部曲线都有切削齿的同时，使每个刀翼上的切削齿错开，在图6中，每个刀翼上的切削齿的移动量为4mm，主切削齿大小为15.88mm，移动方向与实施例1相同。

实施例5

在实施例1或2的基础上，主切削齿1的移动距离为可调节结构，根据所需露出高度进行设置，具体的是，可以使用不同尺寸的切削齿或者移动不同的距离。如图7和图8所示，在这两个图中，使用了13.44mm和15.88mm的切削齿，搭配使用就可以调节凸齿与凹齿之间的距离。

实施例6

此外在实施例1的基础上，每个刀翼上切削齿移动的组合可以为一颗向上一颗向下为一个组合，在本实施例中，两颗向上或者两颗向下为一个组合，如图10和图11所示。

在本实施例中，所有主切削共齿布有24颗，6组12颗向钻头内凹，6组12颗向钻头外凸。切削齿的移动距离为3mm，每个刀翼上两颗切削齿为一个组合，两颗上两颗下。本实施例中使用15.88mm的主切削齿，同时降低了布齿密度，相比于实施例1，每个刀翼上减少了一颗切削齿，在保证每个切削齿都有足够安装量的同时，能够调节凸凹槽的大小。也可以像实施例3中，使用不同大小的切削齿来调整凸凹槽的距离。

实施例7

采用图2中的钻头与常规钻头进行模拟实验，常规钻头的布齿与图2中钻头的布齿相同，区别在于常规钻头没有将切削齿上下移动，切削齿就布置在冠部曲线上，如图13所示。在相同的钻压与钻速下，所设钻压为50000N，钻速为9.41rad/s，所钻岩石均为花岗岩，实验时间为10秒，其余实验条件也都相同。经过整理实验结果，选取从6s到10s内的数据，此时两个钻头基本都已经钻进岩石中，相比于前几秒内的数据比较合理和稳定。同时由于在设置边界条件时，需要固定钻头的X和Y方向的位移，因此我们从钻头的反作用力来看钻头的稳定性。

如图14和图15分别展示了防横向振动钻头和常规钻头的反作用力随时间变化的曲线，从图中可以看出：防横向振动钻头曲线波动相对更小，说明其工作时反作用力变化范围相对窄，稳定性更好；常规钻头曲线波动较大，表明其工作时反作用力变化范围更宽，稳定性欠佳。防横向振动钻头反作用力数值在一定区间内相对规律地波动；常规钻头反作用力数值变化更频繁且幅度大，出现较大峰值和谷值的次数更多。从曲线看，防横向振动钻头工作状态相对平稳，能更好应对钻进过程中的振动等状况；常规钻头工作时振动等因素对其反作用力影响更大，工作状态相对不稳定。

在10s内，防横向震动钻头的Z方向位移为89.478mm，常规钻头的Z方向的位移为71.9942mm，防横向震动钻头在9.05s就已经达到71.99mm，因此钻井能节约钻井时间约10%。

从上述模拟结果中可以看出，采用本发明设计的防横向振动钻头能够有效避免钻头在钻进过程中的横向振动，稳定性更好，有助于提高钻头在井底的稳定性，减少振动和偏移。

以上所述，仅是本发明的较佳实施例而已，并非对本发明作任何形式上的限制，虽然本发明已以较佳实施例揭露如上，然而并非用以限定本发明，任何熟悉本专业的技术人员，在不脱离本发明技术方案范围内，当可利用上述揭示的技术内容作出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例，凡是未脱离本发明技术方案的内容，依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰，均仍属于本发明技术方案的范围内。

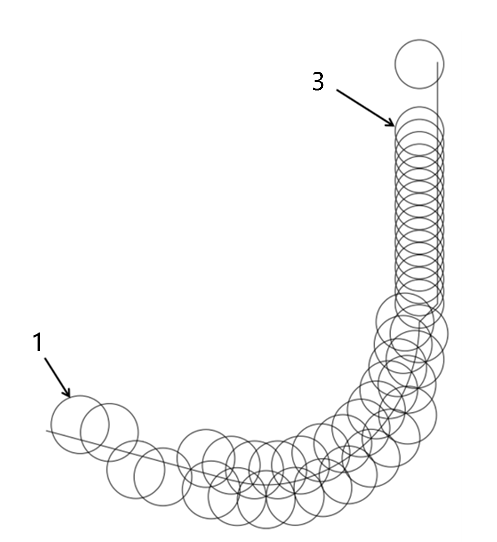


图1

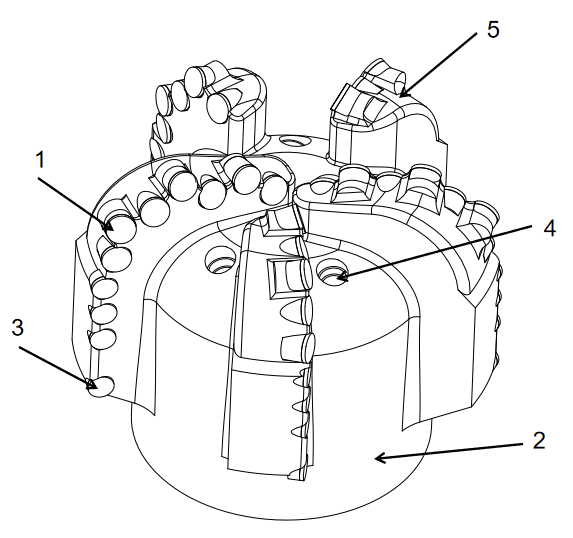


图2

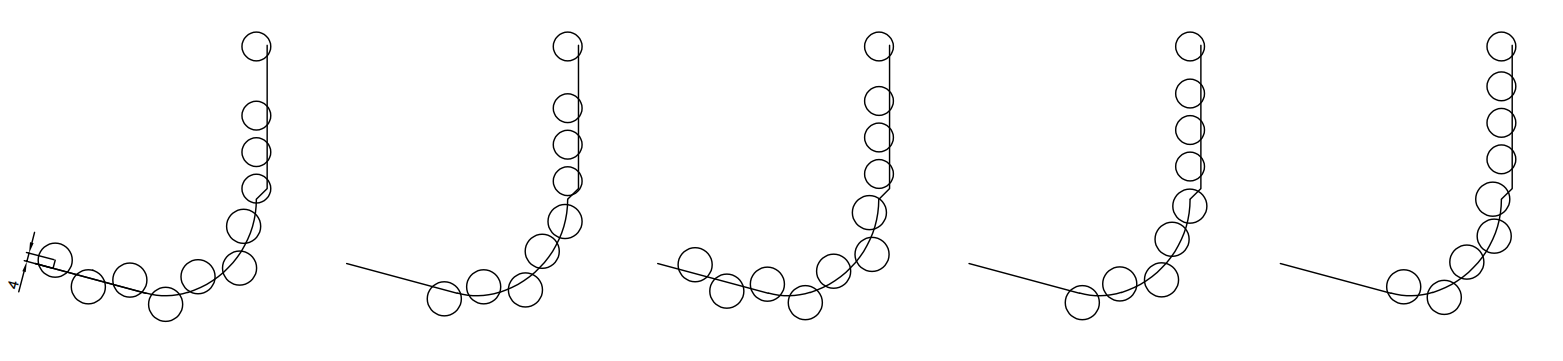


图3

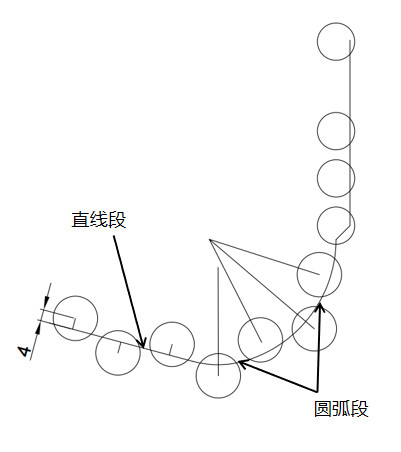


图4

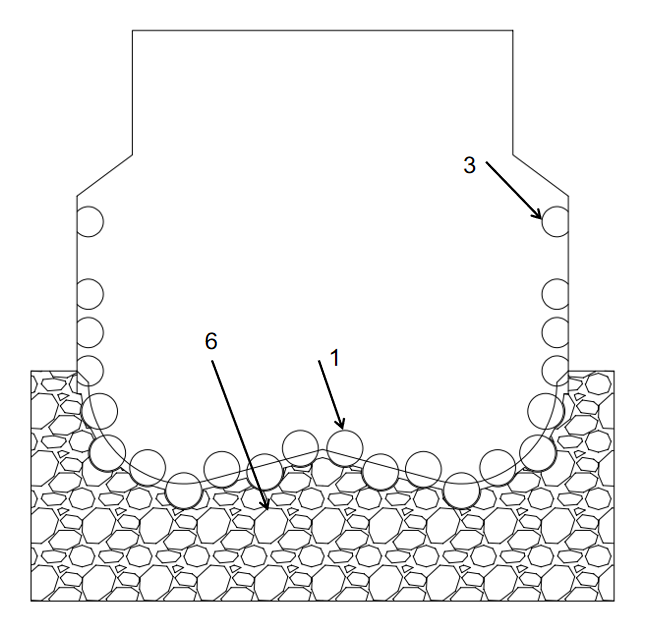


图5

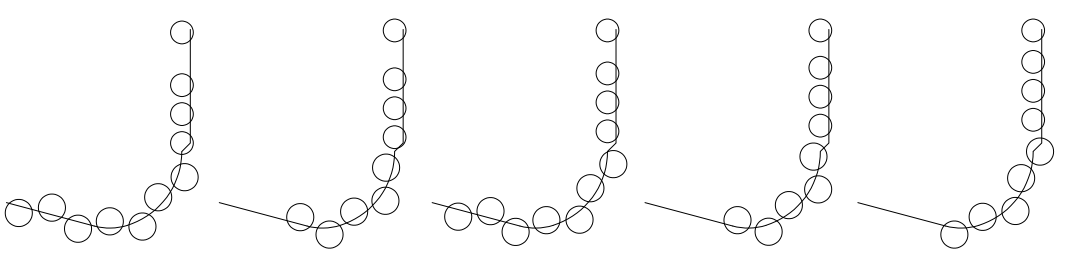


图6

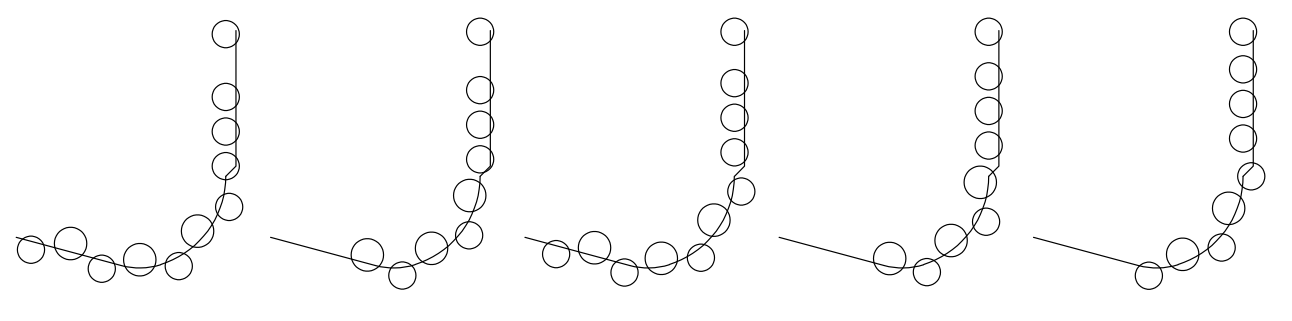


图7

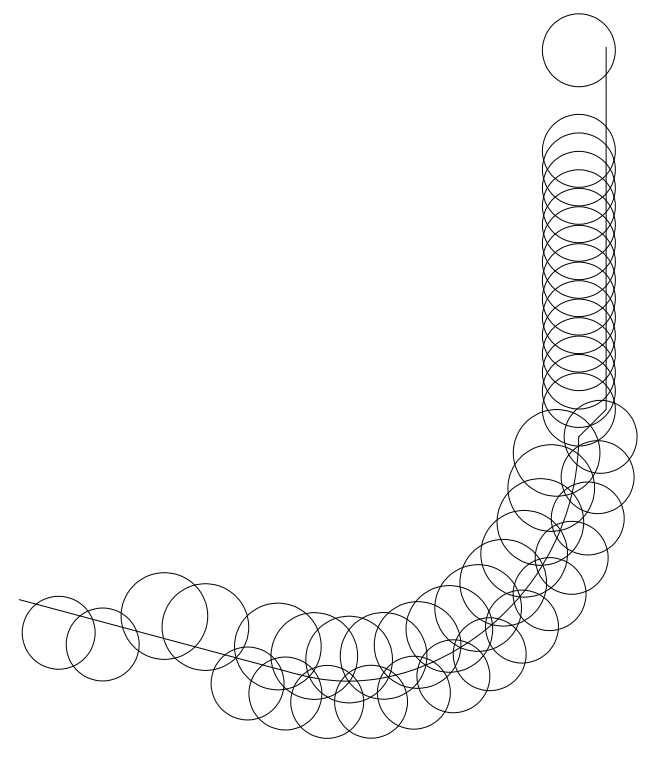


图8

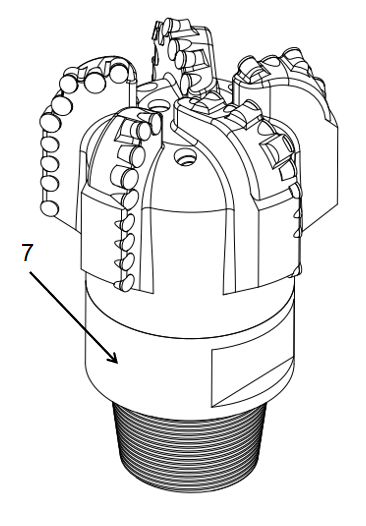


图9

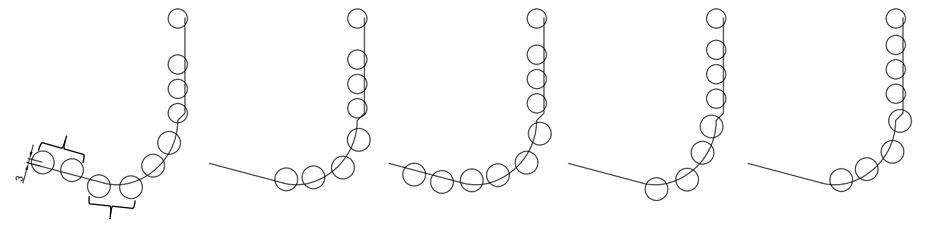


图10

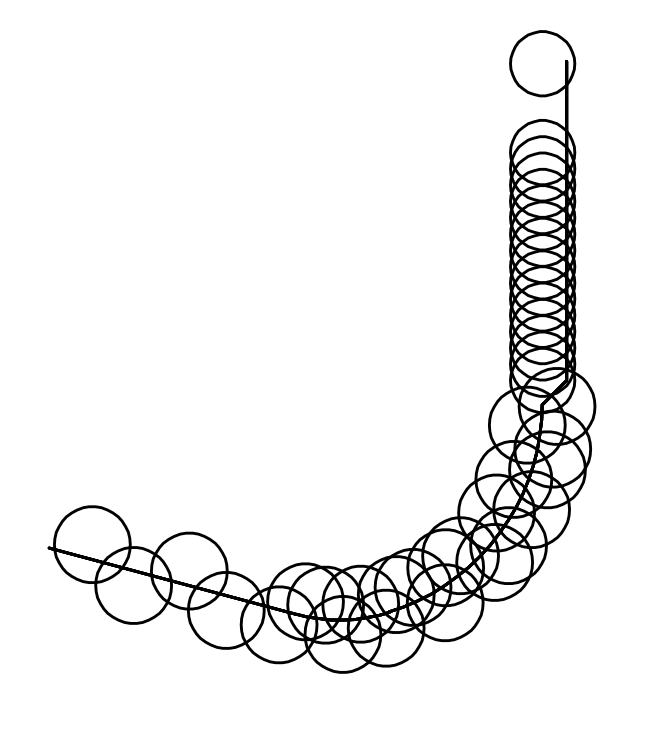


图11

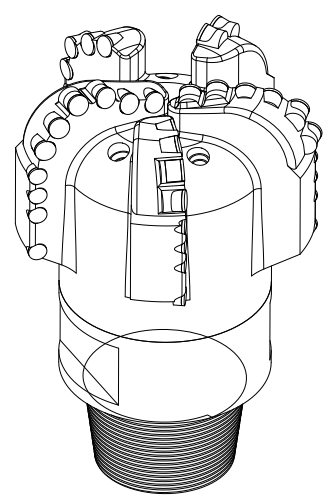


图12

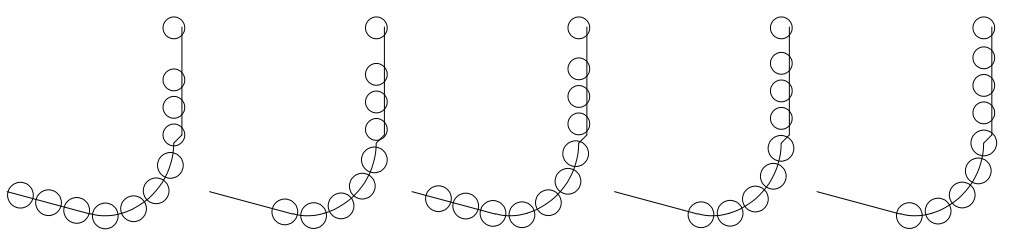


图13

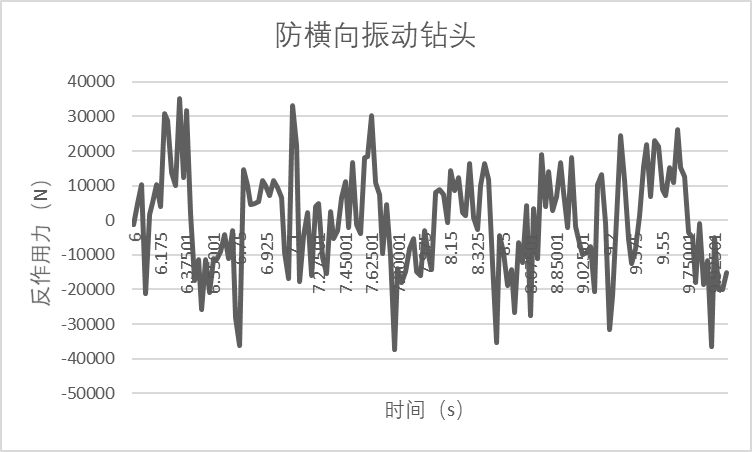


图14

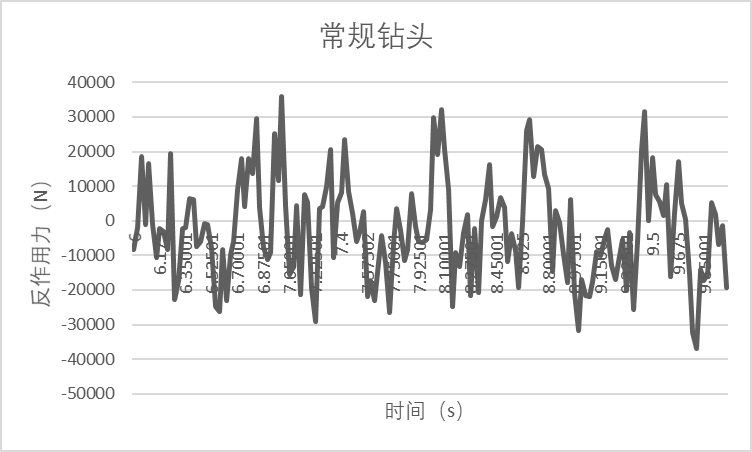


图15